DER WARBURGER SATTEL, SEINE BAUSTÖRUNGEN UND DIE VULKANISCHEN DURCHBRÜCHE.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN.

ACAD. LAND BAT BIBL.

Von

Alfred Kraiß

aus Gräfentonna in Sachsen-Koburg-Gotha.

Tag der Promotion: 17. Mai 1911.

227

Referenten:

Professor Dr. W. Branca.

Professor Dr. Th. Liebisch.

Sonderabdruck

aus dem

Jahrbuch der Königl. Preuß. Geologischen Landesanstalt

für

1910, II.

Buchdruckerei A. W. Schade, Berlin N., Schulzendorfer Straße 26.

Einleitung.

Die ältesten geologischen Beobachtungen des Gebietes zwischen den Buntsandsteinstaffeln im Waldeckschen und dem Buntsandsteinplateau des Reinhardswaldes finden sich bei FRIEDRICH HOFFMANN[1]) aus dem Jahre 1825. Er erkennt dasselbe als eine große Triasmulde, die sich im Westen bei Volkmarsen an den Buntsandstein anlegt und deren Inneres von einer Keupermulde mit Borgentreich in der Mitte gebildet wird. Von SCHWARZENBERG[2]) wird der östliche Teil derselben unter Beifügung einer geologischen Karte beschrieben. v. DECHEN[3]) erwähnt mehrere tektonische Unregelmäßigkeiten innerhalb der Mulde, so den Lias bei Dalheim und die nördlich streichenden Liasgräben bei Volkmarsen und bei Bonenburg. Buntsandsteinheraushebungen sind ihm bekannt östlich des Volkmarsener Liasgrabens, bei Germete, in der Altstadt bei Warburg und zwischen Warburg und Niederlistingen. Allerdings werden, wie sich bei der Aufnahme ergab, die beiden letzten Vorkommnisse, welche auf der v. DECHEN'schen Karte als Mittlerer Buntsandstein angegeben sind, von Röt gebildet. Schließlich folgert v. DECHEN aus den verschiedenen Abständen der Gipslager des Mittleren Muschelkalkes vom Rande der Borgentreicher Keupermulde bei Dalheim, Herlinghausen und Liebenau

---

[1]) FRIEDRICH HOFFMANN, Über die geognostischen Verhältnisse des linken Weserufers bis zum Teutoburger Wald. POGGENDORFFS Annalen für Physik und Chemie. 1825.

[2]) SCHWARZENBERG, Beschreibung der im Kreise Hofgeismar vorkommenden Gebirgs- und Erdarten usw., nebst einer petrographischen Karte dieses Kreises Kurhessens. Landwirtschaftliche Zeitung für Kurhessen. 1830.

[3]) v. DECHEN, Erläuterungen der geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. II. Teil, 1884.

auf Verwerfungen. Während in den Jahren 1890 bis 1898 durch die sich ergänzenden Arbeiten von Kuchenbuch[1], Beyschlag und Blanckenhorn[2] der Volkmarsener Liasgraben über Altenhasungen bis nach Kassel verfolgt und durch Kuchenbuch[1] die Buntsandsteinheraushebung östlich des Volkmarsener Liasgrabens, die sich nach Osten über Röt zum Wellenkalk abschwächt, untersucht werden, ergeben die Arbeiten Stille's im Eggevorland[3], die sich im Süden bis nach Warburg erstrecken, folgende Resultate: Das triassische Vorland ist von einer Anzahl nord-südlich oder nordwest-südöstlich streichender, durch Verwürfe stark beeinflußter Falten durchzogen, deren Linien höchster Heraushebung als geologische »Achsen« bezeichnet werden. Die südlichste derselben ist die »Warburger Achse«. Sie tritt bei Borlinghausen unter der Kreide hervor, von letzterer diskordant überlagert, und zieht sich in südöstlicher Richtung in Röt, Wellenkalk, zwischen Ossendorf und Nörde auch in jüngeren Schichtgliedern hin, während sie zu beiden Seiten von Keupergräben begleitet wird. Da die Warburger Achse nur bis an die Holländische Straße südöstlich Ossendorf verfolgt, ihr fernerer Verlauf aber und ihr etwaiger Zusammenhang mit den schon eingangs erwähnten Buntsandsteinheraushebungen bei Germete, Volkmarsen und Warburg von größtem Interesse ist, verdanke ich Herrn Professor Dr. Stille in Hannover die Anregung und Anleitung zu dieser Arbeit. Ich bin deswegen Herrn Professor Dr. Stille zu größtem Dank verpflichtet und spreche ihm auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank aus. Desgleichen drängt es mich, Herrn Geheimen Bergrat Professor Dr. Branca für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit und für die Überlassung der Hilfsmittel des Königlichen

[1]) Kuchenbuch, Das Liasvorkommen von Volkmarsen. Dieses Jahrb. 1890.

[2]) Blatt Wilhelmshöhe der 92. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst. 1901.

[3]) 147. Kartenlieferung der Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. (Blätter Driburg, Willebadessen und Peckelsheim). 1908.

Geologisch-paläontologischen Institutes der Universität Berlin verbindlichst zu danken.

A. Topographie.

Zur topographischen Unterlage dienten bei der geologischen Aufnahme die Meßtischblätter Warburg, Liebenau und Hofgeismar im Maßstab 1 : 25000.

Das untersuchte Gebiet, das sich in ostsüdöstlicher Richtung über die drei Meßtischblätter von Germete bis Grebenstein erstreckt, bildet ein flachwelliges Hügelland, das im Igelsbett mit 373,8 m, den Hängen mit 331 m, dem Rosenberg mit 329 m und dem Wolfsloh mit 322,1 m über NN seine höchsten Punkte erreicht.

In diesem Hügelland haben sich die Diemel und ihre Nebenflüsse Twiste, Warme und Esse tief eingreifende Täler geschaffen. Die Diemel tritt bei Germete mit östlichem Lauf in etwa 163 m Meereshöhe in das Aufnahmegebiet ein und verläßt dasselbe bei Dalheim in einer Höhe von 154 m über NN. Während von der Twiste nur die Einmündungsstelle zwischen Wormeln und Warburg in Betracht kommt, durchschneidet die Warme das Gebiet von Obermeiser bis Zwergen in südnördlicher Richtung; die Esse, welche ebenfalls von Süden nach Norden fließt, bildet die Ostbegrenzung desselben.

B. Stratigraphie.

I. Buntsandstein.

Es tritt nur der

Röt

zu Tage. Er zieht sich von Warburg in einem schmalen, vielfach unterbrochenen Streifen über Niedermeiser in den Grebensteiner Stadtwald, um hier, ebenso wie bei Obermeiser und Westuffeln, eine große Verbreitung zu gewinnen. Der Röt bildet entweder Niederungen oder, falls er von Wellenkalk überlagert wird, steile Hänge. Er besteht aus roten Letten, die

denen des Gipskeupers äußerst ähnlich sind. Zum Unterschied von letzteren enthalten die Rötletten grünliche Quarzitbänkchen eingeschaltet, die auf der Oberfläche oft Steinsalzpseudomorphosen und unbestimmbare Muschelabdrücke führen. Gipsresiduen weisen darauf hin, daß früher Gipslager vorhanden waren.

Unmittelbar unter dem Wellenkalk stellen sich gelbe Dolomite ein, die am Arolsener Bahnhof bei Warburg eine Mächtigkeit von 50 cm erreichen. Diese brechen plattig und sind meist von dichtem, zum Teil auch krystallinischem Gefüge. Durch Verwitterung werden sie porös, zellig oder mehlig. Die Auflagerung dieser Dolomite und des folgenden Wellenkalkes auf den wasserundurchlässigen Rötletten bedingt einen Quellhorizont, dem die Quelle am Osterberg bei Warburg ihr Dasein verdankt.

II. Muschelkalk.

Der Muschelkalk ist vollständig vorhanden.

1. Wellenkalk.

Der Wellenkalk beginnt im Norden von Warburg und zieht sich bis Kelze als Gürtel, der sich bei Niedermeiser nach Norden und Süden flügelartig ausdehnt. Der südliche Flügel mündet bei Sieberhausen in ein großes Wellenkalkplateau, dessen Nordrand von Sieberhausen über das Osterthal nach dem Südabhang der Hünenburg läuft. Der Nordflügel zieht sich als breites süd-nördlich gerichtetes Band über die Diemel.

Der Wellenkalk gliedert sich durch das Auftreten der Terebratel-Bänke in einen Unteren und Oberen. Ersterer mag eine Mächtigkeit von 70 m, letzterer eine solche von 30 m erreichen. Das Hauptmaterial besteht aus den bekannten flaserigen, grauen Mergelkalken, die vielfach etwas wellige Oberflächen zeigen. In den oberen Partien verliert der Wellenkalk an Härte, auch wird die Farbe viel heller. In der Nähe des auflagernden Mittleren Muschelkalkes wird das Gestein plattig und mürbe. Die Wellenkalkschichten werden von zahlreichen

harten, bald dichten, bald oolithischen Kalkbänken durchzogen. Selten zeigt sich in denselben eine schräge Diagonalstruktur, wie sie von FRANTZEN beschrieben ist[1]). Einige dieser Bänke lassen sich deutlich weithin wiedererkennen, so eine dünne, Kalkgerölle führende oolithische Bank in etwa 1 m Höhe über den Rötdolomiten. Wahrscheinlich ist sie identisch mit der sowohl weiter nördlich am Eggegebirge[2]) wie auch in der Gegend von Kassel[3]) beobachteten Bank.

Die Zone der Oolithbänke, die in der Mitte des Unteren Wellenkalkes liegt, gibt sich infolge ihrer Festigkeit deutlich im Gelände zu erkennen. Ein im Osten von Kalenberg aufgenommenes Profil zeigt folgendes:

d) Oberbank (oo2). Mehrere Bänkchen eines grauen Kalksteins, der viele braune Flecken aufweist. Kalkstein meist dicht, in einzelnen Lagen oolithisch. 50 cm.

c) 4 m mächtige gelbe bis olivgrüne Kalke, in frischem Zustande sehr hart, mit muscheligem Bruch. Bei der Verwitterung lösen sich aber die mächtigen nur geringe Bankung zeigenden Massen zu einzelnen Lagen auf, die schließlich zu einem gelben mehlartigen Gestein zerfallen.

b) 2 m Wellenkalk.

a) Unterbank (oo1). Besteht aus drei Bänkchen eines gelbgrauen oolithischen Kalksteines. Gesamtmächtigkeit 75 cm.

Bei Liebenau ist die Unterbank in knorpeligen dicken Platten entwickelt, die sich gegenseitig auskeilen. Zum Teil ist das Gestein auch oolithisch, dann finden sich zahlreiche Steinkerne von Fossilien und flache Kalkgerölle.

Der Obere Wellenkalk beginnt mit der Zone der Terebratel-

---

[1]) W. FRANTZEN, Untersuchungen über die Diagonalstruktur verschiedener Schichten mit Rücksicht auf die Entstehung derselben usw. Dieses Jahrb. 1892.

[2]) Erläuterungen zur 147. Lieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt.

[3]) Erläuterungen zu Blatt Wilhelmshöhe der 92. Lieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt.

bänke (τ), welche die deutlichste Geländekante des Wellenkalkes und bei steiler Lagerung einen förmlichen Wall bildet, der von dichtem Gestrüpp bewachsen zu sein pflegt. Das sehr feste Gestein wird als ausgezeichneter Baustein in hunderten von Stollen gewonnen. Als Liegendes der Zone finden sich mürbe blaßgelbe Mergel in einer Mächtigkeit von 50 cm, die zu klarem sogenannten »Kies« zerfallen. Darüber folgen die Bausteine in zwei, durch zwei bis drei Meter mächtigen Wellenkalk getrennten Bänken. Während die Unterbank bei Herlinghausen drei Meter, bei Zwergen sogar vier Meter mächtig wird, erreicht die Oberbank nur eine Stärke von höchstens einem Meter. Der Baustein besteht aus bisweilen äußerst harten knorrig-wulstigen Massen, die öfters infolge fingerstarker Löcher zerfressen erscheinen. Einzelne dieser Knorrenbänke zeigen beim Anschlagen einen stark bituminösen Geruch. Auch oolithische Bänke finden sich eingeschaltet, die zahlreiche Steinkerne führen, unter denen neben solchen von Schnecken besonders die von *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* v. Schloth. auftreten. Häufig treten auch flache Kalkgerölle im Gesteine auf.

Die Zone der Schaumkalkbänke (χ), die den Oberen Wellenkalk nach oben begrenzt, ist nirgends gut aufgeschlossen. Am Rosenberg bei Niedermeiser beginnt sie mit mürben hellgelben Kalkplatten, in denen eine 25 cm starke Oolithbank mit langen flachen Kalkgeröllen liegt. Die gelben Kalke finden sich an anderen Stellen zellig oder auch in dünnen Platten spaltend. Bei Uhlenhorst zeigt sich eine 75 cm starke und von 1,50 m Wellenkalk überlagerte feste oolithische Bank zwischen zwei Zonen gelben Kalkes. Oberhalb der Schaumkalkbänke finden sich plattige mürbe Mergelkalke, die zahlreich *Myophoria orbicularis* Br. führen.

Abgesehen von den zahlreichen Steinkernen von Schnecken, deren Bestimmung unsicher bleibt, ergaben sich im Wellenkalke folgende bestimmbare Reste:

Terebratula (Coenothyris) vulgaris v. Schloth.

Lima lineata GOLDF.
Myophoria orbicularis BR.
Myophoria laevigata ALB.
Natica gregaria v. SCHLOTH.
Rhizocorallium.

2. Mittlerer Muschelkalk.

Der Mittlere Muschelkalk findet sich über das ganze Gebiet verstreut, in großen Flächen zeigt er sich aber nur bei Herlinghausen, Oberlistingen, Wettesingen und östlich Ersen. Sein Auftreten in Niederungen ist durch die geringe Widerstandsfähigkeit seiner weichen Mergel bedingt. Diese sind von grauer, oft auch rötlicher Färbung und liefern infolge des großen Tongehaltes einen schweren zähen Boden, sogenannten »Pechboden«, der sich besonders für Kleebau eignet. Von Fossilien enthalten die untersten Lagen selten *Lingula*. Häufig sind gelbe, weinrot geflammte Zellendolomite von dichtem oder krystallinischem Gefüge eingelagert, die, in den oberen Lagen des Mittleren Muschelkalkes am zahlreichsten auftretend, flache schildförmige Erhebungen zur Folge haben. In den Zellendolomiten finden sich zahlreiche Feuersteinkonkretionen. Den Mergeln sind ferner, zumal bei Herlinghausen, Gipse eingelagert, die, wie schon FRIEDRICH HOFFMANN[1]) sagt, Stockform besitzen, die also durch Wasseraufnahme als »eruptiver Gips« aus tieferen Lagen emporgequollen sind. Bei der Auslaugung der Gipse entstehen Erdfälle, wie sie auf dem Plateau südöstlich Dalheim zahlreich zu beobachten sind. Die Herlinghäuser Gipse sind schon auf den Karten von SCHWARZENBERG aus den Jahren 1830[2]) und 1854[3]) eingetragen.

[1]) FRIEDRICH HOFFMANN, Über die geognostischen Verhältnisse des linken Weserufers bis zum Teutoburger Wald. POGGENDORFFS Annalen usw. 1825, S. 37.

[2]) SCHWARZENBERG, Beschreibung der im Kreise Hofgeismar vorkommenden Gebirgs- und Erdarten usw. nebst einer petrographischen Karte dieses Kreises Hofgeismar. Landwirtschaftliche Zeitung für Kurhessen 1830.

[3]) SCHWARZENBERG und REUSSE, Geologische Karte von Kurhessen und den angrenzenden Ländern zwischen Taunus, Harz und Wesergebirge. Mit Begleitwort. Gotha. Justus Perthes. 1854.

3. Oberer Muschelkalk.

Der Obere Muschelkalk kommt vielfach vom Nordrande des Blattes Warburg bis zu einer Nord-Süd-Linie Petersholz-Igelsbett vor. Östlich dieses Gebietes zeigt er sich nur noch in unbedeutender Ausdehnung am Rosenberg und an der Frenschen Warte bei Hofgeismar. Er gliedert sich scharf in Trochitenkalk und Nodosenschichten.

Ersterer, der eine Gesamtmächtigkeit von etwa 15 m erreicht, besteht in der Hauptmasse aus dicken Bänken eines gelblichgrauen dichten oder krystallinischen Kalkes, der oft zahllose Stielglieder von *Encrinus liliiformis* Lam. und Steinkerne von *Lima striata* v. Schloth. führt. Infolge der großen Härte, die das Gestein im Gebiet neben dem der Terebratelzone des Wellenkalkes zu einem vorzüglichen Baustein macht, bildet der Trochitenkalk plateauartige Hochebenen, bei steiler Lagerung Wälle. In seinen oberen Lagen ist er als Oolith entwickelt, der bei den Steinbruchsarbeiten als Abraum beseitigt werden muß, da er infolge Auflösung der Oolithkörner zu einem weichen Gestein verwittert, das nur noch aus dem Bindemittel der Körner bestehend, an einen feinporigen Schwamm erinnert. Aus diesem verwitterten Gestein lassen sich, ganz besonders schön auf der Hünenburg, hunderte von dickschaligen Muscheln mit dem Messer herausarbeiten, die, nur wenig Arten angehörend, die Reste förmlicher Muschelbänke sind. Verhältnismäßig selten findet sich in dem oolithischen Kalke *Astarte triasina* F. Römer, vorherrschend ist *Myophoria ovata* Goldf.[1-4]).

Bei Kalenberg an der Wormelner Scheuer enthalten die

---

[1]) F. Römer, Über einige neue Versteinerungen aus dem Muschelkalk von Willebadessen. Palaeontographica I, S. 311.

[2]) Blankenhorn, Die Trias am Nordrande der Eifel zwischen Commern, Zülpich und dem Röhrtale. Abhandl. zur Geolog. Spezialkarte von Preußen usw. 1885. Bd. VI, Heft 2, S. 42—48, 128—130.

[3]) Blankenhorn, Über die Verbreitung einer oolithischen Bank des Trochitenkalkes. Verhandl. des naturh. Ver. der preuß. Rheinlande usw. Bd. 44, 1887.

[4]) 147. Kartenlieferung der Geolog. Spezialkarte von Preußen usw. 1908. Blätter Driburg, Willebadessen und Peckelsheim.

harten Gesteine des Trochitenkalkes Muschelkalkgerölle. Ein besonders großes Exemplar stellt eine 10 cm lange, 5 cm breite und etwa fingerdicke Platte eines festen mit Fossilien erfüllten Wellenkalkbänkchens dar, deren Kanten gerundet sind.

Die Nodosenschichten bilden einen schweren, in feuchtem Zustand äußerst zähen Tonboden, zu dem namentlich die grünlichen Letten beitragen. Diese schließen in Abständen von 5—15 cm armstarke graue Kalkbänke ein, die zu Platten zerfallen. Oft treten diese Kalkbänke in Form aneinandergereihter linsenförmiger Kalkknollen auf. Auf den Oberflächen dieser Platten zeigen sich reliefartig herausragend *Ceratites nodosus* v. Schloth., *Gervillia socialis* v. Schloth., *Pecten laevigatus* v. Schloth., *Myophoria vulgaris* v. Schloth., *Monotis Albertii* Goldf., *Terebratula vulgaris* v. Schloth., *Nautilus bidorsatus* v. Schloth.

III. Keuper.

Der Keuper ist in allen drei Abteilungen vertreten, aber nur untergeordnet vorhanden.

1. Kohlenkeuper.

Der Kohlenkeuper tritt in kleinen Partien rings um Warburg auf, ferner bei Kalenberg, Wettesingen, Herlinghausen, im Igelsbett und am Rosenberg. In der Hauptmasse besteht er aus roten, grünlich-grauen oder schwärzlichen Letten, die wie bei Herlinghausen in einzelnen Bänkchen unzählige Exemplare von Estherien führen. Bisweilen stellt sich ein plattig brechendes sandiges Gestein ein. Reine Sandsteine von grünlicher Farbe und mit vielen verkohlten Pflanzenresten, unter denen *Equisetum* deutlich zu erkennen ist, finden sich bei Herlinghausen und bei Kalenberg. Andererseits kann auch ein Kalk- und Dolomitgehalt eintreten, der zu gelben schwarzgefleckten Dolomiten überführt. Letztere enthalten auf den Schichtflächen bisweilen *Lingula* in kleinen Exemplaren.

2. Gipskeuper.

Der Gipskeuper tritt in seiner Verbreitung noch mehr zurück; wir beobachten ihn nur bei Ossendorf, Herlinghausen und Wettesingen. Soweit er nicht durch Diluvialbedeckung vor der Erosion geschützt ist, bildet er Niederungen. Er besteht aus einem Wechsel scharf an einander absetzender Streifen roter, grüner und grauer Mergel, von denen die ersteren aber vorwalten. Untergeordnet führt er bei Dalheim einzelne graue Steinmergelbänkchen.

3. Rät.

Das Rät ist südwestlich Dalheim auf kleinen Flächenraum beschränkt. Es wird von schwarzen, schieferig brechenden Tonen gebildet, die feinkörnige Sandsteinplättchen mit *Cardium cloacinum* Quenst. und Bündel von Gipskrystallen enthalten.

IV. Lias.

Der Lias besteht bei Dalheim, zwischen Herlinghausen und Ersen, bei Wettesingen und Niederlistingen aus dunklen Tonen, in seinen unteren Lagen auch aus festen blauschwarzen Kalken bis Kalksandsteinen, die zu braunen Sandsteinen verwittern. Die Angulaten-Schichten lassen sich östlich Dalheim und im Westzipfel des Ersener Liasgrabens durch mehrere Stücke von *Schlotheimia angulata* v. Schloth. nachweisen.

Die Arieten-Schichten zeigen sich an vielen Stellen, kenntlich durch *Gryphaea arcuata* Lamarck. Diese Muschel findet sich östlich Dalheim, in dem schmalen Liasstreifen, der bei Herlinghausen seinen Anfang nimmt, auf den Wiesen westlich Ersen, am Südfuß der Hängen und nördlich Niederlistingen.

Der Lias β kennzeichnet sich durch *Aegoceras planicosta* Sow. am Südfuß der Hängen und an der Biegung der Holländischen Straße südlich Dalheim. Der Ammonit findet sich in Eisensteingeoden, welche dunklen Tonen eingeschaltet sind.

Zahlreicher sind die Funde im Lias nördlich Niederlistingen, wo ein brauner Sandstein, der noch häufig dunkelblaue Kalkkerne führt, einen flachen Hügel bildet. Es finden sich neben Belemnitenresten und verschiedenen *Pecten*-Arten, die mit *Pecten priscus* v. SCHLOTH. und *Pecten subulatus* MÜNSTER große Ähnlichkeit zeigen, *Pinna Hartmanni* ZIET. Vermutlich liegt Unterer Lias vor.

In Liasbrocken aus dem Tuff südöstlich der Hängen findet sich *Belemnites clavatus* v. SCHLOTH., *Belemnites paxillosus* v. SCHLOTH. und *Inoceramus dubius* SOW.

V. Tertiäre Sedimente.

Tertiäre Sedimente sind an mehreren Stellen des Aufnahmegebietes verstreut, aber nur im Igelsbett bei Niederlistingen befinden sie sich noch in ursprünglicher Lagerung. Die Unterlage bilden hier Nodosenschichten. Die Auflagerungsfläche des Tertiärs liegt in 350 m über NN. In einer Grube aufgeschlossen zeigen sich hier feinkörnige Sande von weißer, stellenweise auch brauner Farbe. Rings um die Grube sind zahlreiche Knollensteine herausgewittert, die zum Teil mehr als 1 m im Durchmesser erreichen. Ihrer petrographischen Beschaffenheit nach gehören sie den auf Blatt Wilhelmshöhe[1]) beschriebenen unteroligocänen oder auch den miocänen Sanden an. Ähnliche tertiäre Sande liegen nordwestlich des Rosenbergs bei Zwergen in einem Niveau von 250 m über NN, ferner in einer Breccie südlich Herlinghausen in 230 m Meereshöhe. Letztere Fundstelle enthält noch Reste eines grünlichgrauen Sandes, der von zahlreichen Quarzgeröllen durchsetzt ist. Einzelne herausgewitterte Gerölle erreichen die Größe einer halben Faust. Fast gleiche, wenn auch durch Hitze stark beeinflußte Sande liegen im Tuff südöstlich der Hängen.

In der Breccie südlich Herlinghausen finden sich ferner oberoligocäne Kasseler Meeressande, die in mehrfacher Ausbildung auftreten. Zumeist sind es kalkhaltige grüne Glau-

konitsande, wie sie von Blatt Wilhelmshöhe[1]) beschrieben sind. Sie enthalten massenhaft weiße Schalenreste von Schnecken und Muscheln, unter denen eine kleine *Pecten*-Art deutlich zu erkennen ist. Außerdem ist das marine Oberoligocän durch Stücke eines braunen stark eisenschüssigen Sandsteines mit zahlreichen großen Steinkernen von *Pectunculus obovatus* Lam. vertreten. Da, wie sich später ergeben wird, die Kasseler Meeressande, welche in der Breccie lagern, an Ort und Stelle, wenn auch in einem etwas höheren Niveau, abgelagert wurden, läßt dieser neue Fundpunkt zwischen den bereits bekannten der Kasseler und Detmolder Gegend einen oberoligocänen Meeresarm, der von Kassel bis Detmold reichte, vermuten.

Nordwestlich Warburg, bei Kalenberg, an den Hängen und bei Niedermeiser lagern als Reste einstiger tertiärer Sande zahlreiche Braunkohlenquarzite. Sie besitzen große Härte und lassen auf dem Querbruch oft Gerölle von Quarz und Kieselschiefer erkennen. Die Oberflächen der Quarzite enthalten zahlreiche grubige Vertiefungen.

VI. Diluvium.

Das Diluvium ist durch Schotter und Lehm vertreten.

Erstere finden sich zu beiden Seiten der Diemel bei Warburg, Wormeln und Dalheim. Sie bilden die Reste von Terrassenablagerungen. Die verschiedenen Schottervorkommen liegen in folgenden Höhen über NN:

Osterberg bei Warburg	220—222	m
Kloster bei Warburg	200	»
Südlich Wormeln	242—246,5	»
Südöstlich Wormeln	220—230	»
Wasserleitung bei der Altstadt Warburg	220—224	»
Am Hasenberg bei Kalenberg . .	190	»
Südwestlich Dalheim	200—211	»
Südöstlich Dalheim	210	»

[1]) 92. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt 1901.

Sämtliche Schotter bestehen aus nuß- bis faustgroßen Geröllen von Gangquarzen, Kieselschiefern, Grauwacken, bisweilen auch Buntsandstein. Außerdem spielen Kreidegerölle eine große Rolle; die meisten derselben sind plänerartig, doch ist eine nähere petrographische Bestimmung nicht möglich, da die Verwitterung weit vorgeschritten ist. Im Innern zeigen sich konzentrische Verwitterungsringe. Der Kalkgehalt ist vollständig verschwunden, wodurch sich die poröse Beschaffenheit und das relativ geringe Gewicht der Gerölle erklären lassen. An Versteinerungen fand sich in diesen Geröllen nur ein schlecht erhaltenes Stück einer *Schloenbachia*. Andere Kreidegerölle gehören zweifellos dem Flammenmergel an.

Der Lehm ist jünger als diese Schotter, da er letztere zwischen Warburg und Kalenberg auf dem rechten Diemelufer überlagert. Er erfüllt zumeist weite Niederungen, wie nördlich Warburg, zwischen Kalenberg und Uhlenburg, bei Wettesingen, Oberlistingen und Ersen. In Ersen zeigte der Lehm beim Brunnenbau eine Mächtigkeit von 6 m. Auffallend ist die Tatsache, daß bei Ersen und Oberlistingen der Lehm die Wasserscheide zwischen Diemel und Warme bedeckt. Hier erreicht er seine größte Höhenlage, bei Ersen mit 257 m, bei Oberlistingen mit 277 m. Ferner bedeckt der Lehm das westliche flache Talgehänge der Warme, während das östliche Gehänge zumeist frei von Lehm ist[1]). Da der Lehm in gleichbleibender Beschaffenheit die verschiedensten Schichten bedeckt, kann er nicht durch Verwitterung der anstehenden Gesteine entstanden sein, sondern muß von fernher transportiert sein.

VII. Alluvium.

Von den alluvialen Bildungen kommen zunächst die Sedimente in Betracht, die den Boden der Fluß-, zum Teil auch der Bachtäler erfüllen. Ihre Oberfläche, die »Aue«, wird meist zur Wiesenkultur benutzt.

[1]) E. Zimmermann, Über gesetzmäßige Einseitigkeit von Talböschungen und Lehmablagerungen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1894, S. 493.

Ferner findet sich bei Niedermeiser im Ruhrtal ein sich über 1 km erstreckendes Kalktufflager, das schon von Schwarzenberg[1]) erwähnt wird. Es verdankt seine Entstehung einer Spaltenquelle, die ihren Kalkgehalt dem Wellenkalk entnommen hat. Bei Niedermeiser endigt der Kalktuff zungenförmig im Warmetal. Der Ruhrbach schneidet sich jetzt mit steiler Böschung in den Kalktuff ein, so daß der Aufbau desselben sichtbar wird. Er setzt sich bald aus porösen, bald aus dichten Lagen zusammen. Häufig lassen dieselben Schilfreste und Schneckenschalen erkennen.

Auf der Nordseite des Igelsbettes liegt in einem Wasserriß auf der Grenze von Mittlerem Muschelkalk und Trochitenkalk eine trogförmige, durch eine Quelle entstandene Erweiterung. In der Mitte befindet sich ein flacher, etwa 1 m hoher Hügel, der aus Kalktuff mit Mooreinlagen besteht und von nassen Sumpfmoosen fast ganz bedeckt ist. Es liegt hier zweifellos eines jener hügelförmigen Quellmoore vor, wie sie aus dem masurischen Seengebiet Ostpreußens von Hans Hess von Wichdorff und Paul Range[2]) beschrieben worden sind.

Auf der Westseite des Igelsbettes sowie am Rosenberg zeigen sich Basaltschotter, die auf den steilen Bergabhängen abgerutscht sind.

VIII. Die Basalte, Tuffe und die Herlinghäuser Breccie.

1. Die Verbreitung der Basalte und Tuffe.

Über das untersuchte Gebiet sind 23 größere und kleinere Kuppen verstreut, die aus Basalt oder Basalttuff bestehen. Basalt und Tuff sind entweder getrennt oder vergesellschaftet. In letzterem Falle werden die Tuffe von den Basalten gangförmig durchsetzt, durch welche Lagerung sich die Basalte den betreffenden Tuffen gegenüber als jünger erweisen.

[1]) Schwarzenberg, Beschreibung der im Kreise Hofgeismar vorkommenden Gebirgs-und Erdarten usw. Landwirtsch. Zeit. f. Kurhessen 1830.

[2]) Hans Hess v. Wichdorff und Paul Range, Über Quellmoore in Masuren (Ostpreußen). Dieses Jahrb. 1906.

Basaltkuppen ohne Tuffbegleitung sind:

1. An der Warte südlich Herlinghausen.
2. Zwischen Herlinghausen und Griemelsheim.
3. Im Ostertal.
4. Östliche Kuppe der Vorkommnisse nördlich Niederlistingen.
5. Der Rosenberg.
6. Südliche Kuppe des Grebensteiner Stadtwaldes.

Tuffe, in denen sich Basaltgänge nicht beobachten ließen, treten auf:

1. Im Norden der Stadt Warburg.
2. An der Hünenburg.
3. Östlich Wettesingen.
4. Im Südwesten des Wolfsloh (hier die beiden sich fast berührenden Tufflecken).
5. Nördlich Niederlistingen am Rande des Alluviums.
6. Zwischen Zwergen und Rosenberg.
7. Im Grebensteiner Stadtwald, hier das nördliche und mittlere der drei Vorkommnisse.
8. Am Schießstand südlich Hofgeismar.

Tuffe und Basalte zeigen sich auf den Hängen vergesellschaftet. In dem Aufschluß, der sich in der südöstlichen Kuppe der Hängen befindet, zeigt sich in der Mitte ein breiter Basaltgang ohne jede Absonderungserscheinungen, der von einem Tuffmantel umgeben ist. Im Basalt steckt ein großer Tuffkeil, der beim Aufsteigen des Basaltes in das Magma gerissen wurde und der einen großen Block Porzellanjaspis, aus Gipskeuper-Steinmergel entstanden, enthält.

Das Basalt- oder Tuffvorkommnis am Bahnhof Warburg, das auf der v. DECHEN'schen Karte[1]) verzeichnet ist, wurde vor einigen Jahren beim Bau der Zuckerfabrik der Beobachtung entzogen. Der auf der gleichen Karte südöstlich Kelze angegebene Basalt stellte sich bei der geologischen Aufnahme als ein die Rötniederung steil überragender Wellenkalkhügel heraus.

[1]) Sektion Warburg der v. DECHEN'schen Karte, im Maßstab 1:80000. 1858.

2. Beschreibung der Basalte.

Die Basalte des Gebietes sind zumeist von dichter Beschaffenheit; ausnahmsweise liegt auf den Hängen auch schlackiger Basalt.

In Rinne's Werk über die norddeutschen Basalte[1]) sind einige der Warburger Gegend beschrieben; danach ist der Basalt auf den Hängen Leuzitbasalt, der des Igelsbettes Nephelinbasalt. Einige weitere Bestimmungen verdanke ich der Liebenswürdigkeit von Herrn Professor Dr. Belowsky[2]): Die Basalte des Rosenberges bei Niedermeiser und der Kuppe im Südosten der Hängen sind Limburgite. Bei beiden ist die Grundmasse fast gänzlich frei von Feldspatleisten; als Einsprenglinge treten Augit, Olivin, letzterer von Serpentinschnüren durchzogen, und Apatit hervor; sekundär ist Calcit.

Der Basalt der Kuppe südöstlich der Hängen zeigt keine Absonderungserscheinungen. Im Igelsbett zeigt er in einem Aufschluß schöne regelmäßige Säulen. Der ovalen Gestalt des Vorkommens entsprechend strahlen dieselben von einer Längsachse aus. Die Säulen haben etwa den Durchmesser eines Kopfes. Von den Säulenflächen, die durch ein weißes Mineralhäutchen gekennzeichnet sind, dringt die Verwitterung in die Säulen ein, bis schließlich nur noch ein rundlicher fester Kern übrig bleibt. Auf der Ostseite des Steinbruches, wo die Anlagerung des Basaltes mit senkrechter Fläche an horizontal liegende Kohlenkeuperschichten aufgeschlossen ist, beobachten wir plattige Absonderung des Basaltes parallel zur Begrenzungsfläche.

Bisweilen kommen in den Basalten Einschlüsse fremder Gesteine vor, die durch die Hitze stark beeinflußt sind. Im Basalt des Igelsbettes fand ich ein Stück Kohlenkeupersandstein,

[1]) Rinne, Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. Dieses Jahrb. 1892.

[2]) Ich möchte nicht versäumen, auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Belowsky in Berlin für die freundliche Bestimmung der beiden Basaltgesteine ergebenst zu danken.

das von der anstehenden Wand in den Basalt gelangt war. Es ist hart gebrannt, so daß es beim Anschlagen klingt, und zeigt zierliche Säulenabsonderung senkrecht zur Oberfläche. Ein anderer Einschluß, der vermutlich aus großer Tiefe stammt und lange Zeit der Hitze ausgesetzt gewesen war, besteht aus einem dunkelgrünen glasartigen Gestein, das durch Verwitterung eine hellgrüne poröse Hülle erhalten hat.

3. Beschreibung der Tuffe.

Die Tuffe bilden ein schwarzes oder braunrotes Gestein, das völlig ungeschichtet erscheint, meist aber von vertikalen Rissen durchsetzt ist. Es ist meist von geringer Härte, wird aber ausnahmsweise im Grebensteiner Stadtwald so fest, daß es zur Straßenbeschotterung gewonnen wird.

Der zerstiebte Schmelzfluß, der den Hauptbestandteil des Tuffes bildet, hat stets mehr oder weniger durch Verwitterung gelitten. Während die groben Schlacken meist noch deutlich eine poröse, mandelsteinartige Struktur erkennen lassen, ist die feinere Masse tonig geworden und zeigt oft ein durch strahlenförmige Zeolithbüschel gebildetes Cement. Der Tuff ist von Augit- und Hornblendekrystallen durchsät, bisweilen auch von eckigen Stücken vulkanischen Glases, die sich besonders zahlreich auf den Feldern an der Hünenburg zeigen. Abgerundete Basaltblöcke, deren Durchmesser einen halben Meter erreichen kann, finden sich ziemlich zahlreich im Tuff. Dieselben rühren meiner Meinung nach von Basaltapophysen her.

Besonders auffallend sind zahllose eckige Einschlüsse von Fremdgesteinen, welche dem Tuff das Gefüge einer Breccie verleihen. Dieselben zeigen sich entweder nur spärlich, wie im Tuff nördlich der Stadt Warburg, oder sie nehmen wie bei Niederlistingen so überhand, daß das vulkanische Grundmaterial bis auf einzelne eingestreute Schlacken gänzlich verschwindet. Wenn letzterer Fall auch eine Ausnahme bildet, so sind in den Tuffen die Einschlüsse doch weit häufiger als in den Basalten.

Am häufigsten treten im Tuff Gesteinsbrocken des Muschelkalkes, des Keupers und des Lias auf, die zum Teil aus geringer Tiefe mit emporgerissen wurden, meist jedoch von oben in den Schlot stürzten. Im Tuff südöstlich der Hängen liegt ein Steinmergelblock aus dem Gipskeuper von etwa $1^1/_4$ m Durchmesser, der in harten Porzellanjaspis verwandelt ist; senkrecht zur Oberfläche zeigt er säulenförmige Absonderung. Rote Keuperletten sind zu einer braunroten Masse gebrannt. Liasschiefer, die sich häufig im Tuff südöstlich der Hängen finden, sind jetzt ein hartes, muschelig brechendes Gestein; die eingebetteten Belemniten haben ihre radialfasrige Struktur bewahrt, doch sind die Kalkspatfasern zu einer schneeweißen Masse geworden.

Als Seltenheiten treten Gesteinseinschlüsse des Tertiärs auf. Es fanden sich im Tuff südöstlich der Hängen mehrere Stücke eines quarzitähnlichen Sandsteines. Im Südwesten des Wolfsloh enthält der Tuff zahlreiche Schlieren und linsenförmige Einlagerungen eines weißen, von Glimmerblättchen durchsetzten Sandes, der bisweilen in solcher Menge vorhanden ist, daß im Tuff Sandgruben angelegt werden.

4. Wirkung des Schmelzflusses auf das Nebengestein.

An zwei Stellen sind die Wirkungen des Schmelzflusses auf das anstehende Gestein sichtbar.

Bei Griemelsheim durchsetzt der Basalt mit senkrechter Wand Nodosenschichten, die, ihrer muldenförmigen Lagerung entsprechend, mit geringem Winkel nach Nordosten einfallen; eine Biegung der Schichten durch vulkanische Kräfte hat nicht stattgefunden. Die Kalkplatten der Nodosenschichten sind grau gebrannt, die Schalen der Muscheln in eine weiße Masse verwandelt. Die grünlichen oder schwärzlichen Letten zwischen den Kalkplatten sind so fest geworden, daß sie muschelig brechen.

Im Igelsbett grenzt der Basalt mit senkrechter Wand an Kohlenkeuper, dessen Schichten ihre horizontale Lagerung bei-

behalten haben. Letten und Dolomite lassen deutliche Wirkungen der Hitze erkennen.

5. Lagerung der Tuffe und Basalte.

Die Tuffe und Basalte bilden zumeist die Ausfüllungsmasse von Eruptionsröhren rundlichen Querschnittes.

Durchbrechende Lagerung läßt sich an folgenden Stellen nachweisen:

1. Die Gangform des Basaltes auf dem Iegelsbett und bei Griemelsheim ist durch Aufschlüsse bewiesen. In beiden Fällen grenzt der Basalt mit senkrechter Wand an horizontal lagernde Triasschichten, die durch die Hitze stark beeinflußt sind.

2. Die Tuffe der Hängen, die auf Nodosenschichten lagern, enthalten außer zahlreichen eingeschlossenen Stücken des Oberen Muschelkalkes auch solche des Kohlenkeupers. Da nun einerseits keiner der benachbarten Tuffe dieselben Einschlüsse in demselben Mischverhältnis enthält, vielmehr Gesteinsbrocken anderer Formationsglieder wie des Lias hinzukommen, oder diejenigen des Muschelkalkes und Keupers fehlen, andererseits sehr wohl denkbar ist, daß zur Zeit der Eruption der Muschelkalk der Hängen noch von Kohlenkeuper bedeckt war, so steht kein Grund der Annahme entgegen, die Eruptionsröhren der Hängen unter den betreffenden Tuffen selbst zu suchen.

3. Da die Hängen zur Zeit der Eruption bedeutend höher gewesen sein müssen, ist es unmöglich, daß das im Süden der Hängen befindliche Tälchen, auf dessen Böschung der Tuff südöstlich der Hängen lagert, bereits zur Eruptionszeit bis zu seiner heutigen Tiefe ausgearbeitet war. Dieser Tuff muß also auch als Ausfüllung einer Röhre angesehen werden. Aus demselben Grunde ist der Tuff südwestlich der Hängen, der im Mittleren Muschelkalk ansteht, und der Basalt im Ostertal als Gangausfüllung anzusehen.

4. Das Tuffvorkommen im Norden Warburgs, der Basalt der Warte, die beiden nördlichen und das westliche der vier Vorkommnisse nördlich Niederlistingen, der Tuff im Norden

des Grebensteiner Stadtwaldes und derjenige am Schießstand Hofgeismar, die als flache Hügel auf dem jeweilig anstehenden Gestein erscheinen, liegen demselben nicht horizontal auf, sondern gehen, wie durch Aufschlüsse klargelegt ist, unter das Oberflächenniveau des ringsum anstehenden Gesteines hinab. Will man annehmen, daß hier runde Vertiefungen durch die Tuffe oder Basalte von oben her erfüllt wurden, so läßt es sich nicht erklären, warum die Tuffe und Basalte gerade über den Vertiefungen als kreisrunde Hügel liegen geblieben sind, während sie in den zwischenliegenden Gebieten der Erosion zum Opfer fielen. Auch diese Tuff- und Basaltvorkommen sind also als die Ausfüllungsmassen von Explosionsröhren anzusehen.

5. Der Tuff an der Hünenburg, der östliche Basalt nördlich Niederlistingen und der mittlere Tuffhügel im Grebensteiner Stadtwald befinden sich den im Umkreis liegenden Tuff- und Basaltröhren gegenüber, die schon stark durch die Erosion abgetragen sind, in einem Niveau, welches zur Zeit der Eruption noch nicht die Oberfläche gebildet haben kann. Sie müssen also ebenfalls die Ausfüllungsmassen von Explosionsröhren bilden.

6. Die Tuffe nordwestlich des Rosenberges sind an ein kreisrundes Vorkommen von Kohlenkeuper, Nodosenschichten und Tertiär gebunden. Ich vermute deshalb, daß hier nicht ein tektonischer Graben vorliegt, sondern vielmehr die Ausfüllung eines Explosionsrohres, in dem die vulkanischen Massen nur eine untergeordnete Rolle spielen.

7. Bei dem Basalt des Rosenberges und des südlichen Hügels im Grebensteiner Stadtwald ist die Gangnatur nicht nachweisbar.

6. Die Herlinghäuser Breccie.

Südlich Herlinghausen liegt ein ost-westlich gerichtetes Tälchen, das im Süden der Holländischen Straße mit einer gleichgerichteten Verwerfung zusammenfallend auf der Nordseite senkrecht stehenden Wellenkalk in steiler, auf der Süd-

seite Mittleren Muschelkalk in flacher Böschung hervortreten läßt. In dem vom Wellenkalk gebildeten Talgehänge liegt in einem Aufschluß eine eigenartige Breccie. Diese nimmt nur den inneren rundlichen Teil der Grube ein, während die randliche Böschung von kleinen Schollen des ringsum senkrecht stehenden Wellenkalkes gebildet wird. Nach Süden verschwindet die Breccie unter dem aufgeschwemmten Boden des Tälchens. Die Breccie besteht aus einem innigen Gemisch tertiärer Sande und der Gesteine des Kohlenkeupers, untergeordnet auch des Oberen Muschelkalkes und Wellenkalkes. Die Tertiärsande herrschen vor; sie durchsetzen entweder als fossilfreie Sande, deren Alter nicht zu bestimmen ist, oder als oberoligocäne Kasseler Meeressande die Masse in Schlieren und Brocken. Als zweithäufigster Gemengteil zeigen sich die Gesteine des Keupers in der Gestalt roter und grüner Letten, die stets schlierenartig eingequetscht erscheinen, oder als eckige Bruchstücke von Kohlenkeuper-Sandsteinen und -Dolomiten. Trochitenkalk liegt als etwa 1 m im Durchmesser erreichender Block dem Wellenkalk der Randböschung an, während Gesteine der Nodosenschichten im südlichen Teil der Grube zahlreich auftreten. Wellenkalkstücke finden sich hier und da eingestreut. Über die Entstehung dieser Breccie wird an anderer Stelle gesprochen werden (S. 37).

7. Das Alter der Tuffe und Basalte.

Eine Altersbestimmung der Tuffe und Basalte ist nur an zwei Stellen möglich.

Im Tuff an der Südwestseite des Wolfsloh liegen weiße Tertiärsande. Diese Tuffe können also keinesfalls vor der Tertiärzeit entstanden sein. Der Tuff südöstlich der Hängen, der ebenfalls Tertiärsande enthält, läßt uns zu demselben Resultat gelangen.

Falls, wie später angenommen wird, die Herlinghäuser

[1]) Blatt Wilhelmshöhe der 92. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst. 1901.

Breccie gleichzeitig mit den Tuffen der Hängen entstanden ist, müssen sich diese Tuffe nach der Oberoligocänzeit gebildet haben, da sich in der Breccie oberoligocäne Kasseler Meeressande finden. Wir gelangen also zu einem miocänen oder postmiocänen Alter.

Wahrscheinlich darf man dieses Alter auch auf die übrigen vulkanischen Gebilde der Warburger Störungszone anwenden. Vielleicht sind diese Bildungen gleichaltrig mit den Basalten und Tuffen des Habichtswaldes, denen ein miocänes Alter zuzuschreiben ist[1]).

C. Tektonik.

I. Die Tektonik der Hebungszonen.

Die Warburger Hebungszone tritt, südöstlich streichend, als Fortsetzung des auf Blatt Peckelsheim[2]) dargestellten Wellenkalksattels mit versenktem Nordostflügel in das untersuchte Gebiet ein (Profil I Mitte). Bei den ersten Häusern der Stadt Warburg verwandelt sie sich an einem Querbruch in einen regelmäßigen Röt-Wellenkalksattel (Profil II Mitte), der, in ostsüdöstliche Richtung umbiegend, nach einem Verlauf von 6 km bei Herlinghausen an einem Querbruch endigt. Letzterer, welcher nördlich der Hängen die Holländische Straße schneidet, entwickelt sich aus der den Sattel im Süden begrenzenden Randverwerfung. Auch zeigt dieser Sattel, nachdem er bereits nördlich der Warte von einem Querverwurf durchsetzt worden ist, in seinem Ostteile eine Sattelspalte, die den nördlichen Flügel absinken läßt (Profil IV rechts).

Dieser Hebungszone annähernd parallel verläuft, bei Kalenberg unter Diluvialbedeckung hervortretend, ein zweiter Wellenkalkzug, der von dem vorher beschriebenen durch eine lange Scholle Mittleren und Oberen Muschelkalkes geschieden ist (Profil III Mitte). Er läßt senkrechte oder überkippte Lagerung

[1]) 92. Lieferung der geolog. Spez.-Karte von Preußen usw. 1901.
[2]) 147. Lieferung der geolog. Spez.-Karte von Preußen usw. 1908.

erkennen und ist von zahlreichen Verwerfungen zerrissen. Sein Nordostflügel ist bis auf eine kleine Scholle an der Warte (Profil III Mitte) gesunken. Nachdem nördlich Wettesingen die Linie höchster Heraushebung auf kurze Erstreckung im Röt, sodann in einigen quer zur Längserstreckung des Zuges liegenden Wellenkalkschollen ihren Weg genommen hat, verbreitert sich (Profil IV Mitte) an den Hängen die Hebungszone plötzlich nach Norden und legt sich, zugleich die nördlich anliegende Scholle Mittleren Muschelkalkes (Profil III Mitte) östlich begrenzend, an den Warburger Röt-Wellenkalksattel an, so daß hier die beiden vorher getrennten Hebungszüge verschmelzen. Aber auch nach der Vereinigung beider Züge zeigen sich noch zwei Linien höchster Heraushebung, die nunmehr ein westöstliches Streichen innehalten. Während jedoch die südliche derselben, bald in Röt, bald in Wellenkalk als in einer einseitigen Schichtenaufrichtung an einer Spalte (Profil V Mitte) weiter laufend, auf das deutlichste die Fortsetzung der Kalenberger Hebungszone bildet, ist die nördliche, wenn auch nur locker, sowohl mit der des Kalenberger als auch mit der des von Warburg kommenden Sattels verbunden. Ihr Hebungszug stellt einen Sattel mit gesunkenem Süd- (Profil V Mitte), dann mit gesunkenem Nordflügel dar, der mit dem südlichen Sattel eine unbedeutende Mulde jüngeren Wellenkalkes umschließt (Profil V Mitte). Am Wolfsloh geht der südliche Sattel in einen regelmäßigen Röt-Wellenkalksattel über (Profil VI Mitte), der, nach Osten untertauchend (Profil VII linke Hälfte), südlich Niedermeiser mit der Zone der Schaumkalkbänke endigt. Auch der nördliche Sattel wird am Wolfsloh zu einem regelmäßigen Röt-Wellenkalksattel (Profil VI rechte Hälfte), der aber rasch nach Süden umbiegt und an seinem eigenen Randverwurf endigt, so daß er seine Linie höchster Heraushebung mit der des südlichen Röt-Wellenkalksattels vereinigt. Zugleich stellt sich an der Umbiegungsstelle auf der Nordseite des Nordsattels ein Nebenast der Hebungslinie ein,

der in rückläufigen[1]) Wellenkalkschollen nach Osten seinen Lauf nimmt (Profil VI rechts).

Am Ostrande des Wolfsloh befreit sich die Hauptachse des Nordzuges wieder von der südlichen Hebungszone und wird zu einer Röt-Wellenkalkaufbiegung an einer Spalte mit nördlichem Einfallen der Schichten (Profil VII Mitte). Der Einfallswinkel wird im Grebensteiner Stadtwald sehr gering (Profil VIII links). Nachdem sich noch im östlichen Teil des Grebensteiner Stadtwaldes nordwestlich von Grebenstein ein senkrecht stehender Wellenkalksüdflügel eingestellt hat (Profil IX links), entzieht sich der Sattel an der Eisenbahn Grebenstein-Hofgeismar im Röt der Beobachtung.

Östlich Ersen stellt sich noch eine kurze Hebungszone ein, die den vorher beschriebenen fast parallel verläuft, und die ich die Rosenberg-Hebungszone nenne. Sie bildet bis zu ihrem Ende östlich des Rosenberges bei Niedermeiser eine einseitige Schichtenaufrichtung, die mit schwacher Wellenkalkheraushebung beginnt (Profil VII rechts) und auf der rechten Seite des Warmetales bei steiler Schichtstellung Röt hervortreten läßt. Zwischen dieser und der vorher beschriebenen nördlichen Hebungszone liegt eine flach muldenartige Einsenkung (Profil VII rechts und Profil VIII rechts), in der als jüngstes Schichtenglied Mittlerer Muschalkalk auftritt.

II. Die Tektonik der Senkungszonen.

Die Zonen der Hebung werden zu beiden Seiten von solchen der Senkung begleitet. Die nördliche Senkungszone befindet sich nordöstlich Warburg zum größten Teil unter Diluvialbedeckung. Nur an einer einzigen Stelle treten Gipskeuperletten zu Tage, welche die Fortsetzung des im Nordwesten auf Blatt Peckelsheim[2]) dargestellten Keupergrabens

[1]) Unter »rückläufigen Staffeln« versteht Stille (Erläuterungen zur 147. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst., Blatt Peckelsheim, S. 49 Anmerkung) solche Staffeln, die einen vorher erreichten Absenkungsbetrag zum Teil wieder aufheben.

[2]) 147. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst. 1908.

bilden (Profil I rechts); mit diesem kleinen Keupervorkommen keilt der Peckelsheimer Graben aus. Erst auf dem rechten Diemelufer stellt sich südwestlich der Uhlenburg ein neuer Keupergraben ein (Profil II rechts), der, bei der Kreuzung der Holländischen Straße als Gipskeuper-Liasgraben in östliche Richtung übergehend, zwischen Dalheim und Herlinghausen an einem Querbruch endigt (Profil III rechts und Profil IV rechts). Südlich dieses Grabens zieht sich, durch einen schmalen Streifen Oberen Muschelkalkes getrennt, ein etwas schmälerer Graben über zwei Kilometer nach Osten hin (Profil IV rechts und Profil V rechts). Ostsüdöstlich findet sich ein dritter Graben (Profil V rechts), der von dem zuletzt beschriebenen durch einen äußerst schmalen nach Osten gerichteten Wellenkalkstreifen geschieden ist[1]) und bei Ersen unter diluvialer Bedeckung sein Ende findet.

Östlich Ersen tritt in der Fortsetzung des Grabens unvermittelt der Rosenberg-Hebungszug unter dem Diluvium hervor (Profil VII rechts). Im Süden ist derselbe von einer flachen Einsattelung begrenzt (Profil VII rechts und Profil VIII rechts), auf der Nordseite zeigt er aber erst am Rosenberg eine solche (Profil VIII rechts). Beide Mulden vereinigen sich an der Frenschen Warte bei Hofgeismar, die Rosenberg-Hebungszone im Osten umschließend. Die gemeinsame Muldenfortsetzung läuft über den Schießstand bei Hofgeismar (Profil IX rechts) und verschwindet an der Esse im Röt.

Auf der Südseite der Warburger Hebungszone endigt der bei Ossendorf beginnende Gipskeupergraben (Profil I links) bereits östlich des Heimberges an einem Querverwurf und entsendet nur noch einige schwache Kohlenkeupereinsenkungen

[1]) Der Verwurf, der diese Wellenkalkscholle von dem nördlich anliegenden Graben trennt, ist in einem Steinbruch gut erschlossen. Auf der einen Seite liegen die festen Schichten der unteren Terebratelbank des Wellenkalkes horizontal. Kuf der andern Seite durch eine senkrecht in die Tiefe setzende Verwerfung getrennt, sind grauschwarze Kohlenkeuperletten aufgeschlossen, die keinerlei Schichtung mehr erkennen lassen, vielmehr eine deutliche Schieferung parallel der Verwerfung zeigen.

über den Nünnekenberg in den westlich Warburg horizontal lagernden Oberen Muschelkalk. Diese Muschelkalkplatte verbreitert sich nach Südosten und reicht an den Warburger Röt-Wellenkalk-Sattel und den Kalenberger Hebungszug heran. Bei Wormeln wird die Muschelkalkplatte von einem südöstlich streichenden, vielleicht mit der am Elektrizitätswerk aus der Diemelaue auftauchenden kleinen Keuperscholle zusammenhängenden Kohlenkeupergraben durchzogen (Profil II links). Letzterer biegt rasch nach Osten um und endigt bei Kalenberg am Wellenkalkzug, schräg gegen denselben laufend. Die Muschelkalkplatte findet bei Neukalenberg, am Hunold und an den Hängen ihre Südbegrenzung durch einen dritten Graben, der südwestlich Neukalenberg als flache Kohlenkeupereinsenkung beginnt (Profil III links), über Wettesingen nach Osten läuft, an den Hängen als Liasgraben (Profil IV links) die Muschelkalkplatte spitzwinklig abschneidet und bei Niederlistingen (Profil V links) sich an die oben beschriebene südliche Hebungszone anlegt. Ein neuer Liasgraben beginnt an der Südwestecke des Wolfsloh mitten im Wellenkalk des Hebungsgebietes (Profil VI Mitte), erreicht aber bei ostsüdöstlichem Streichen nordöstlich Niederlistingen den Rand der Hebungszone, um hier zu endigen. Von hier an zeigen sich, den südlichen Sattel und, sobald dieser sein Ende erreicht hat, den parallel laufenden nördlichen Sattel im Süden begleitend (Profil VII links und Profil VIII links), nur noch schwache muldenartige Einsenkungen (Profil IX links), die nordwestlich Grebenstein im Röt verschwinden.

III. Die Tektonik des Vorlandes.

Das die Gräben und Mulden begrenzende Vorland bildet einen Teil der eingangs erwähnten westfälisch-hessischen Triasmulde. Der Keuper rings um Borgentreich, welcher das Tiefste dieser Mulde bildet, hebt sich bereits nördlich des Diemeltales heraus, doch nimmt der unter dem Keuper hervortretende Obere Muschelkalk große Flächen im Gebiete der Störungszonen ein. So begrenzt er die nördliche Grabenreihe von Warburg bis

Ersen, und zwar zeigt er bis zu letztgenanntem Orte sehr geringes nördliches, östlich Ersen aber westliches Einfallen, so daß er sich im Petersholz zwischen Ersen und dem Warmetal mit Nord-Südbegrenzung heraushebt (Profil I bis IV rechts).

Seine Verbreitung westlich Warburg (Profil II links), bei Kalenberg, Neukalenberg, im Hunold (Profil III links) und in den Hängen (Profil IV links), wo er überall annähernd horizontal lagert, wurde schon früher besprochen. Außerdem findet sich der Obere Muschelkalk noch mit schwachem nordwestlichen Einfallen bei Oberlistingen (Profil IV links) und im Igelsbett (Profil VI links), woselbst sich auch auflagernder Kohlenkeuper vor der Erosion bewahrt hat. Im Westen des Aufnahmegebietes wird der Obere Muschelkalk durch die von KUCHENBUCH beschriebene Buntsandstein-Wellenkalk-Heraushebung östlich Welda[1]) begrenzt und durch deren Fortsetzung, den Buntsandstein von Germete[2]) und den Wellenkalk des Heimberges, der sich an den Ossendorfer Gipskeupergraben anlehnt.

Der Mittlere Muschelkalk umsäumt, seiner muldenförmigen Lagerung entsprechend, den Oberen Muschelkalk im Osten und Süden, ist aber auch im Gebiete des letzteren durch Erosion an Abhängen freigelegt.

Die Linie, auf welcher der Wellenkalk zu Tage tritt, läuft westlich Zwergen und Obermeiser nach Süden, biegt aber am Ostende des Igelsbettes nach Westen um und nimmt ihre Richtung über Sieberhausen, Ostertal und Hünenburg. Im Warmetal besitzt der Wellenkalk westliches Einfallen (Profil VII rechts und Profil VIII links), das aber bei Sieberhausen in ein nördliches übergeht.

Der Röt beginnt auf einer annähernd nordsüdlichen Linie, die von Hofgeismar über Kelze nach Friedrichsthal verläuft (Profil IX links). Außerdem zeigt er sich in der Niederung

[1]) KUCHENBUCH, Das Liasvorkommen von Volkmarsen. Dieses Jahrb. 1890.

[2]) v. DECHEN, Erläuterungen der geologischen Karte der Rheinprovinz usw. II. Teil, 1884.

bei Obermeiser und Westuffeln (Profil VII links und Profil VIII links).

Das Bild der westfälisch-hessischen Triasmulde wird also durch die Warburger Störungszone nicht getrübt. Letztere schneidet sogar zumeist scharf an den wenig geneigten Schichten des Vorlandes ab. Erst östlich Ersen und Niedermeiser findet eine Änderung derart statt, daß die Ränder der das Vorland bildenden und zur Triasmulde gehörigen Platten zum Aufbau der Warburger Kette benutzt werden. So stellt der Bratberg nordwestlich Niedermeiser einen flachen Nordflügel der Rosenberg-Hebungszone dar (Profil VII rechts), während das Vorland nördlich des Rosenberges (Profil VIII rechts), bei Niederlistingen (Profil VI Mitte) und im Grebensteiner Stadtwald (Profil IX links) zur Bildung der flachen Mulden beitragen.

IV. Die Sättel, Gräben und Mulden bilden mehrere Faltenzüge.

Die oben beschriebenen Sättel, Gräben und Mulden zeigen eine derartige Anordnung, daß sie sich zu einer Anzahl teils parallel laufender, teils sich verzweigender und gegenseitig verschmelzender Faltenzüge vereinigen lassen. Die Gräben sind als Muldenkerne zu deuten, die an streichenden Verwerfungen versenkt sind. Die Sättel werden oft durch Hebung an Verwerfungen zu horstartigen Gebilden, während die Sattelflügel staffelförmig absinken oder gänzlich verschwinden können. Damit zeigt sich eine vollständige Übereinstimmung der tektonischen Verhältnisse der Warburger Störungszone und der im Eggevorland von Stille beobachteten Falten[1]).

V. Die Faltenzüge bilden eine gemeinsame durch Umbiegung lokal zersplitterte Falte.

Die Annahme, daß jeder einzelne dieser Faltenzüge ein selbständiges tektonisches Gebilde darstellt, ist meines Erachtens von der Hand zu weisen, und zwar aus folgenden

[1]) 147. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst. 1908.

Gründen: Der Kalenberger Sattel ist ganz entgegengesetzt den durch STILLE beschriebenen Ketten des Eggevorlandes[1]) von sehr geringer Längenerstreckung; die Gräben von Ossendorf, Wormeln und Wettesingen umgürten ferner trotz ihrer Unterbrechungen sämtliche Sättel als eine Einheit; drittens weisen die Mulden zwischen den einzelnen Falten einen so geringen Senkungsbetrag auf, daß sie sich nicht mit den Außengräben vergleichen lassen. Vielmehr glaube ich eine gemeinsame Hebungszone annehmen zu müssen, die sich lokal zersplittert hat. Die Zersplitterung beginnt an der Umbiegungsstelle.

Nach dieser Anschauung ergibt sich folgende Erklärung der Entstehungsweise dieser Störungszone: Der Sattel, der bis Herlinghausen, wenn auch mit Querverwerfungen, der Umbiegung Folge geleistet hat, wird hier zerrissen. Der östliche Teil dreht sich um eine gedachte vertikale Achse derart nach Norden, daß in einen an der Umbiegungsstelle entstehenden und nach Süden auseinander tretenden Querbruch eine dreieckige Scholle Mittleren Muschelkalkes einsinkt. Der östliche nach Norden gebogene Teil des Sattels erhält insofern eine gewisse Selbständigkeit, als er sich nach Westen über die Abbruchstelle hinaus weit fortsetzt und den sich unter einem Winkel von etwa 20° von dem Warburger Röt-Wellenkalksattel entfernenden Kalenberger Wellenkalkzug bildet. Aber auch östlich der Umbiegungsstelle bei Herlinghausen zeigen sich jetzt nach Osten hin zwei Linien höchster Heraushebung, die denen des Warburger Röt-Wellenkalksattels und des Kalenberger Zuges entsprechen. Am Wolfsloh verschmelzen beide zeitweise. In der Rosenberg-Hebungszone haben wir einen Nebenast zu erblicken.

Auch die komplizierte Verteilung der Gräben an der Umbiegungsstelle findet auf diese Weise ihre Erklärung. Der Ossendorfer Gipskeupergraben hat südöstliche Richtung inne. Der Graben bei Wormeln und Kalenberg entsendet noch einen starken Ast in dieser Richtung, doch biegt er bald nach Osten

[1]) 147. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst. 1908.

um: auch verlängert sich der westliche Teil des östlich streichenden Grabengebietes über die Umbiegungsstelle hinaus nach Westen. Der dritte Graben verläuft nach Osten, doch kommt in dem nördlich Niederlistingen in den Wellenkalk eingreifenden Liasgraben die frühere Nordwest-Südost-Richtung wieder zum Ausdruck.

Dieselbe Vergitterung beider Richtungen zeigt sich auch in der nördlichen Grabenzone. Die Ostrichtung tritt hier südlich Dalheim ein, indem der Keuper-Liasgraben die Holländische Straße schneidet. Nordwestlich Herlinghausen zeigt sich ein zweiter, im Dorf ein dritter Graben gleicher Richtung. Diese Gräben liegen jedoch im Gegensatz zu denen der südlichen Grabenzone sehr nahe nebeneinander, so daß die zwischenliegenden Gebiete nur durch äußerst schmale Streifen älterer Schichtglieder gekennzeichnet sind, die man mit Brücken vergleichen kann. Die südliche derselben, die Herlinghäuser Wellenkalkbrücke, zeigt in dem in ihrem Ostteil befindlichen Steinbruch sattelförmige Aufbiegung.

VI. Die »Warburger Achse« und ihr Verlauf.

Diese Beobachtungen setzen uns in die Lage, auf die »Warburger Falte« den von Stille in die Literatur eingeführten Begriff der geologischen »Achse«[1]) anzuwenden, unter der er entlang kontinuierlich zu verfolgenden Heraushebungen relativ alter Schichten die Linie jeweilig höchster Heraushebung versteht. Die »Warburger Achse« bildet häufig Verzweigungen. Sie tritt aus dem Bezirke des Blattes Peckelsheim, in dem Stille und Mestwerdt sie verfolgt haben, südöstlich Ossendorf in das vom Verfasser untersuchte Gebiet ein, läuft in südöstlicher Richtung durch die Stadt Warburg und biegt bei Herlinghausen nach Ostsüdosten um. Hier nähert sich ihr von Kalenberg her eine zunächst parallel, dann aber unter spitzem Winkel auf sie zulaufende Nebenlinie. Beide Linien treten dort in Berührung, um ihre Fortsetzungen nach Osten neben ein-

[1]) 147. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst. 1908.

ander weiter zu senden; die der südlichen läuft bis ins Warmetal südlich Niedermeiser, die der nördlichen bis zum Mönchehofsberg bei Grebenstein. Im Wolfsloh tritt jedoch eine Änderung derart ein, daß sich die nördliche Linie in zwei parallele, am Ostrande dieses Waldes sich wieder vereinigende Äste gabelt, und daß der südliche dieser beiden Nebenäste im Süden des Wolfsloh sich mit der oben beschriebenen südlichen Hauptlinie auf eine kurze Strecke vereinigt. Südöstlich Ersen stellt sich eine neue parallele Nebenlinie ein, die zwischen dem Rosenberg und der Frenschen Warte ihr Ende findet.

VII. Die Stärke der Faltung.

Die Stärke der Faltung ist nicht in allen Teilen der Störungszone die gleiche, vielmehr ist der östliche Teil, in dem die Lias- und Keupergräben verschwinden, weniger stark gefaltet. Um aber genauere Werte der Faltungsstärke zu gewinnen, gehe ich von folgenden Betrachtungen aus: Da die Lagerungsverhältnisse der westfälisch-hessischen Triasmulde durch die Warburger Störungszone fast nicht beeinflußt werden, sondern die Grenzlinien der die Mulde zusammensetzenden Formationsglieder an den einen Graben stoßen, um jenseits des Gegengrabens ihre natürliche Fortsetzung zu finden, können wir uns diese Linien über die Störungszone hin verbunden denken. Wir erhalten so im Westgebiete Oberen Muschelkalk, an den sich nach Osten Mittlerer Muschelkalk, Wellenkalk und Röt in breiten Streifen anschließen. Betrachten wir nun innerhalb jedes einzelnen dieser Formationsglieder der großen westfälisch-hessischen Triasmulde alle Teile der Störungszone, welche aus relativ älteren Schichten bestehen, als Hebungsgebiete, alle solche mit relativ jüngeren Schichten als Senkungsgebiete, und berechnen wir auf Querlinien die Mächtigkeit des Betrages, um den die relativ älteste Schicht über das Niveau der Triasmulde gehoben, die relativ jüngste Schicht unter das betreffende Niveau versenkt ist, indem wir folgende Mächtigkeit der einzelnen Schichtenkomplexe annehmen:

Lias (nur zum Teil) . . .	60 m
Oberer Keuper	50 »
Gipskeuper	300 »
Kohlenkeuper	50 »
Nodosenschichten	60 »
Trochitenkalk	15 »
Mittlerer Muschelkalk . . .	60 »
Oberer Wellenkalk	30 »
Unterer Wellenkalk . . .	70 »
Röt (nur zum Teil)	100 »

so erhalten wir als Werte:

Querlinie	Bezogen auf folgende Schicht der Triasmulde	Größter Hebungsbetrag	Größter Senkungsbetrag
1. Am Ossendorfer Gipskeupergraben . . .	Nodosenschichten	165 m	350 m
2. Bei Warburg . . .	Trochitenkalk	180 »	110 »
3. An der Warte . . .	»	185 »	510 »
4. An der Linie Wettesingen-Dalheim . . .	»	185 »	410 »
5. An den Hängen . .	»	185 »	520 »
6. Östlich der Linie Ersen-Niederlistingen. .	Oberen Wellenkalk	150 »	60 »
7. Westlich Niedermeiser	» »	120 »	30 »
8. Im Grebensteiner Stadtwald	» »	110 »	90 »
9. Bei Kelze	Röt	30—40 m	70 »

Bei einer Addition der Hebungs- und Senkungsbeträge erhalten wir folgende Zahlen, die sich zu einstelligen Verhältniszahlen vereinfachen lassen:

1. Am Ossendorfer Gipskeupergraben	515 m	5
2. Bei Warburg	290 »	3
3. An der Warte	695 »	7
4. An der Linie Wettesingen-Dalheim	595 »	6
5. An den Hängen	705 »	7
6. Östlich der Linie Ersen-Niederlistingen	210 »	2
7. Westlich Niedermeiser	150 »	$1^1/_2$
8. Im Grebensteiner Stadtwald	200 »	2
9. Bei Kelze	100—110 m	1

Diese Zahlen geben ein Verhältnis der Faltungsintensität der einzelnen Faltenzonen. Es ergibt sich das Resultat: Die Faltungsintensität, welche mit einer Ausnahme bei Warburg bis über die Hängen hinaus zwischen den Zahlen 5 und 7 schwankt, nimmt im Wellenkalk plötzlich mit den Zahlen 2 und $1^1/_2$ stark ab und geht im Röt auf die Zahl 1 herunter.

VIII. Die Ursache der Faltung.

Wie sind die Hebungs- und Senkungszonen entstanden? Bei der Annahme, daß sich zunächst die Gräben durch Zerrung bildeten, welche ihrerseits beim Einsinken als Keile wirkend die Sattelaufwölbung erzeugten, wie es vielleicht bei der Herlinghäuser Wellenkalkbrücke der Fall ist, bleibt es immerhin merkwürdig, daß stets nur eine und dieselbe, dem Graben anliegende Seite des Vorlandes Aufsattelung erfahren hat, bei der Grabenzone im Norden die Südseite, bei der südlichen die Nordseite. Ferner bleibt auch die Tatsache unerklärt, daß die Aufsattelung nicht immer parallel der Grabenzone läuft, sondern daß bisweilen, wie zwischen Herlinghausen und Ersen oder am Hunold und an den Hängen, sich zwischen Sattel und Graben eine keilförmige Platte horizontal lagernder Schichten einschiebt. Schließlich scheint auch der Sattel, der sich östlich einer Linie Ersen-Niederlistingen weit über die Grabenzone hinaus ausdehnt, gegen diese Annahme zu sprechen.

Die Anschauung, daß der Sattel durch Druck, die Gräben zu andrer Zeit durch Zerrung entstanden sind, hat ebenfalls wenig für sich.

Ich schließe mich vielmehr der von STILLE in dem nach Nordwesten an das untersuchte Gebiet anschließenden Vorlande des Teutoburger Waldes vertretenen Meinung an, daß Sättel und Gräben beide gleichzeitig durch seitlichen Druck entstanden sind.

Von welcher Richtung der Druck wirkte, läßt sich nicht feststellen. Vielleicht fand ein südwestlicher Druck in der Borgentreicher Keupermulde im Nordosten der Falte ein Wider-

lager. Vielleicht kam der Druck von Nordosten und staute sich im Süden und Westen der Störungszone; vielleicht wirkte er in beiderlei Sinne.

Die Faltung entlang der Warburger Achse verliert an Intensität in der Region des Wellenkalkes und klingt im Röt aus; sie fehlt ganz im Fortstreichen, im Buntsandstein des Reinhardswaldes. Sie war also um so intensiver, je tiefer die Mulde einsank, und es bestätigt sich die Auffassung Stille's, daß im Bezirke der Deutschen Mittelgebirge die Faltung in den gesunkenen Räumen um so stärker ist, je tiefer versenkt diese liegen[1]).

Die Erscheinung, daß die Triasmulde durch die Warburger Störungszone fast gar nicht beeinflußt wird, verträgt sich sehr wohl mit der eben ausgesprochenen Annahme, da die Falte erst die Folge des Einsinkens der Triasmulde ist.

Für die Richtung der Falte sind vielleicht die Umrißlinien der westfälisch-hessischen Triasmulde maßgebend gewesen, die der Warburger Kette annähernd parallel verlaufen.

IX. Das Verhältnis der Tuff- und Basaltröhren zur Tektonik.

Die Tuff- und Basaltröhren treten meistens isoliert auf, selten sind sie reihenförmig, wie auf den Hängen, wo sich in einer nordnordwestlichen Linie sechs Tuffröhren eng zusammendrängen.

Die einzeln auftretenden Röhren münden zum kleinsten Teil auf Verwerfungen, meistens finden sie sich in geringerer oder größerer Entfernung von solchen. Während erstere in irgend einem Zusammenhang mit den Verwerfungen stehen, erweisen sich die anderen auf der Erdoberfläche als unabhängig von denselben.

Die nordwestlich gerichtete Tuffröhrenlinie der Hängen ist frei von jeder gleichgerichteten wahrnehmbaren Verwerfung.

[1]) Stille, Die deutsche Rahmenfaltung. 3. Jahresber. d. Niedersächsischen geol. Ver. 1910.

Sie schneidet mehrere west-östlich streichende und durch gleichlaufende Verwerfungen getrennte Schollen unter einem Winkel von etwa 70°. Die Röhren münden zum größten Teil in einer schmalen Scholle horizontal lagernden Oberen Muschelkalkes, die im Norden von einem sehr steil lagernden Wellenkalkstreifen, im Süden von einem Liasgraben begrenzt wird. Mit den nordnordwestlich streichenden Querverwürfen nördlich der Hängen zeigt sich kein Zusammenhang, da diese als lokale Erscheinungen auf den Wellenkalk beschränkt sind und in ziemlicher Entfernung zu beiden Seiten der Röhrenlinie laufen.

Freilich sind in der nördlichen Fortsetzung der Tuffröhrenlinie Anzeichen dafür da, daß in dieser Richtung starke Erschütterungen geherrscht haben. Am Nordfuß der Hängen liegt eine kleine Trochitenkalkscholle, die sich tektonisch nicht erklären läßt, in der Fortsetzung der Tuffröhrenlinie zwischen zwei west-östlich gerichteten und steil stehenden Wellenkalkschollen, deren südliche stellenweise sogar überkippte Schichten erkennen läßt.

Ferner tritt in der Fortsetzung der Linie, von den Hängen etwa 1 km entfernt, bei Herlinghausen die vorher beschriebene Breccie auf. Auch sie lagert in einer west-östlich streichenden Verwerfung, die Mittleren Muschelkalk, dessen Schichteinfallen nicht zu erkennen ist, von überkipptem Wellenkalk trennt. Da diese beiden Vorkommnisse in gerader Fortsetzung der Tuffröhrenlinie liegen und von den Röhren nur wenig entfernt sind, glaube ich Breccie und Trochitenkalkscholle mit der Tuffröhrenlinie in Verbindung bringen zu müssen.

Die Linie, welche die Tuffe mit der Trochitenkalkscholle und der Breccie verbindet, schneidet die zumeist west-östlich streichenden Schollen der Warburger Störungszone ebenfalls unter einem Winkel von 70°. Da diese Linie, auf welcher ein Verwurf nicht zu beobachten ist, die beschriebenen heftigen Störungen aufweist, müssen wir annehmen, daß in derselben wenigstens eine starke Erschütterung geherrscht hat,

die stellenweise zum Überkippen der senkrecht stehenden Schollen geführt hat. An solchen Stellen entstanden klaffende Risse, in welche am Nordfuß der Hängen die Trochitenkalkscholle, südlich Herlinghausen die Breccie stürzten.

Da diese Linie die Fortsetzung derjenigen der Hängen-Tuffröhren bildet, glaube ich, daß die Erschütterungen nicht durch tektonische, sondern durch vulkanische Kräfte hervorgerufen wurden, indem der aufsteigende Basalt Spannungen, die sich nach der Bildung der Warburger Kette in der neuen nordnordwestlichen Richtung gebildet hatten, auslöste. Ob die Spannungen lokaler Natur waren, oder in einem gewissen Zusammenhang mit denjenigen des Eggevorlandes standen, die daselbst nach Stille's Beobachtungen[1]) nach der Bildung der Ketten zu tektonischen Nord-Süd-Störungen führten, läßt sich nicht entscheiden.

Die Herlinghäuser Breccie läßt sich auch als die Ausfüllungsmasse eines Explosionsrohres erklären, in dem kein vulkanisches festes Material, sondern nur Gase empordrangen.

Daß in die klaffenden Risse relativ junge Gesteine einstürzen konnten, wie Trochitenkalk, in die Breccie auch Kohlenkeuper, hat seine Ursache in der zur Eruptionszeit herrschenden Muschelkalk- und Kohlenkeuperbedeckung, welche schon an anderer Stelle gefolgert wurde. Dieselbe ist ebenso wie die Bedeckung durch tertiäre Sedimente, die sich aus den Einschlüssen der Herlinghäuser Breccie wie des vorher beschriebenen Tuffes südöstlich der Hängen ergibt, der Abtragung zum Opfer gefallen.

Die Warburger Tuff- und Basaltröhren sind als die Ausläufer derjenigen des Habichtswaldes anzusehen. Leider liegt zur Zeit eine Karte über die Verteilung der Röhren im zwischenliegenden Gebiete nicht vor. Dieselbe würde anzugeben haben, ob die Explosionsröhren sich gleichmäßig über das ganze Gebiet verteilen, oder ob in der Warburger Störungszone eine Häufung der Kanäle stattfindet.

[1]) 147. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst. 1908.

Die eigenartigen vulkanischen Bildungen der Warburger Gegend haben mit denen von Urach, die von BRANCO[1]) beschrieben sind, große Ähnlichkeit. In folgenden Punkten stimmen sie hauptsächlich überein:

1. Die Ausbruchskanäle sind Röhren rundlichen Querschnittes.
2. Die Röhren von Urach erweisen sich unabhängig von Verwürfen. Dieselbe Behauptung läßt sich in dem von der Erdoberfläche gebildeten Querschnitt auch für die meisten der Warburger Tuffröhren aufstellen.
3. Die Füllmassen der Kanäle sind Tuffe oder Basalte.
4. Die Tuffe sind ungeschichtet.
5. Die Tuffe sind Breccien, bestehend aus dem zerstiebten vulkanischen Material und Stücken des durchbrochenen zerschmetterten Gesteines.
6. Das Mischungsverhältnis der verschiedenen Arten der Fremdgesteine hängt von ihrem Alter und ihrer Härte ab. Die geologisch jüngsten sind am zahlreichsten vertreten.

X. Das Alter der Warburger Kette.

Der Lias tritt als Grabenmaterial der Warburger Störungszone auf, die Faltung der Kette muß also nach der Liasperiode stattgefunden haben.

Die tertiären Sande, die im Igelsbett normal auf Nodosenschichten liegen, müssen nach der Bildung der Warburger Kette abgelagert sein, da die Liasschichten in geringer Entfernung derselben nur dann vor der Erosion, welche vor der Ablagerung der Tertiärsande tätig war, bewahrt werden konnten, wenn sie in tiefere Lage gebracht waren.

Als jüngste, aus ihrer ursprünglichen Lagerung gebrachte Sedimente, die am Aufbau der Kette teilnehmen, zeigen sich tertiäre Sande, von denen nur die oberoligocänen Kasseler

[1]) BRANCO, Schwabens 125 Vulkanembryonen und deren tufferfüllte Ausbruchsröhren. Stuttgart 1894.

Meeressande mit Sicherheit zu erkennen sind. Da diese aber, wie schon früher gesagt, durch Kräfte in ihre jetzige Lage gebracht wurden, die von denen, welche die Warburger Kette erzeugten, unabhängig waren, so berichten sie durch ihre Lage zwischen zwei Schollen verschiedenen Alters der Warburger Kette, daß letztere bereits vor dem Einsinken der Tertiärsande verschoben worden sind.

Wir erfahren also auf Grund der Wahrnehmungen im Aufnahmegebiet nur, daß die Warburger Kette nach der Liasperiode und vor der Oberoligocänzeit gebildet worden ist.

Nach den Beobachtungen Stille's am Borlinghauser Abbruch[1]) ist die Warburger Kette am Eggegebirge, wo sie unter die westfälische Kreidemulde untertaucht und dabei von der Kreide diskordant überlagert wird, ein Gebilde präcretacischen Alters. Meines Erachtens spricht kein Grund dagegen, die Erfahrungen an der Egge auch auf die gesamte Warburger Hebungszone zu übertragen. Freilich mögen nachträgliche Verstärkungen der Heraushebung eingetreten sein, wie solche auch an der präcretacischen Kette des Eggegebirges erkennbar sind.

Schluß.

Unsere Beobachtungen haben im Anschluß an diejenigen Stille's am Eggegebirge folgendes ergeben: Die Warburger Falte, an deren Bildung sich Röt, sämtliche Schichten des Muschelkalkes und Keupers und der Lias beteiligen, durchläuft die von den Waldeckschen Buntsandsteinstaffeln, den Randstaffeln des Rheinischen Schiefergebirges und dem Reinhardswalde eingefaßte Triasmulde bis Warburg in südöstlicher, von hier bis Grebenstein in östlicher Richtung, um im Warmetal zu endigen. Die Falte, deren Bau durch zahlreiche Verwerfungen beeinflußt ist, hat sich infolge der Umbiegung lokal derartig zersplittert, daß ihre Achse sich mehrfach verzweigt. Sie scheint mit dem Einsinken der westfälisch-hessischen Trias-

[1]) 147. Kartenlieferung der Königl. Preuß. Geol. Landesanst. 1908.

mulde in Zusammenhang zu stehen und ist das Ergebnis einer beim Einsinken der Mulde erforderlich werdenden Verkürzung ihrer nord-südlichen Ausdehnung. Dabei wurde die Faltung der Warburger Kette um so stärker, je tiefer jeweilig die Triasmulde eingesunken war. Daß dem östlichen Teil der Kette das von STILLE für den westlichen Teil derselben erkannte präcretacische Alter zuzuschreiben ist, muß von vornherein für wahrscheinlich gelten, immerhin mögen nachträgliche Verstärkungen der vorcretacischen Hebungseffekte, wie solche auch am Eggegebirge nachweisbar sind, eingetreten sein.

Nach der Faltenbildung traten vulkanische Kräfte in Tätigkeit, die eine Anzahl das Gebiet durchschwärmender, von Tuff und Basalt erfüllter Röhren schufen. Dieselben erweisen sich in dem durch die Erdoberfläche gebildeten horizontalen Querschnitt größtenteils als unabhängig von den Verwerfungen. Einige dieser Röhren sind an den Hängen in einer Linie angeordnet, welche die Warburger Kette und ihre streichenden Verwerfungen unter einem Winkel von 70^0 schneidet; in ihrer Fortsetzung liegt eine Breccie, die, gleichzeitig mit den Tuffen entstanden, oberoligocäne Meeressande enthält; diese Tuffröhren beweisen, daß sie nach der Oberoligocänzeit entstanden sind, während die Warburger Kette viel höheren Alters ist.

Literaturverzeichnis.

1825. FRIEDRICH HOFFMANN. Über die geognostischen Verhältnisse des linken Weserufers bis zum Teutoburger Wald. POGGENDORFF's Ann. für Physik und Chemie

1827. A. SCHWARZENBERG. Über das Vorkommen der Grobkalkformation in Hessen. (KEFERSTEIN, Geogr. Deutschland, III, S. 597.) Taschenbuch für Mineralogie.

1830. FRIEDRICH HOFFMANN. Übersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland. Leipzig.

SCHWARZENBERG, Beschreibung der im Kreise Hofgeismar vorkommenden Gebirgs- und Erdarten, besonders in Beziehung auf Ökonomie und Technologie. Nebst einer petrographischen Karte dieses Kreises Kurhessens. Landwirtschaftl. Zeitung für Kurhessen.

1833. HAUSMANN. Über das Vorkommen der Grobkalkformation in Niedersachsen und einigen angrenzenden Gegenden. Göttingen.

A. Schwarzenberg. Über die Grobkalkformation in Hessen. Stud. bergm. Fr. III, Göttingen.

1835. Hoffmann. Geogn. Karte des Landes zwischen Magdeburg und Kassel. Berlin.

1848. Ferd. Römer. Der Teutoburger Wald. Neues Jahrb. für Mineralogie, Geognosie usw.

1851. Ferd. Römer. Über einige neue Versteinerungen aus dem Muschelkalk von Willebadessen. Palaeontographica, I, S. 311.

1854. E. Beyrich. Über die Stellung der hessischen Tertiärbildungen. Monatsber. Akad. Wiss. Berlin.

A. Schwarzenberg und H. Reusse. Geologische Karte von Kurhessen und den angrenzenden Ländern zwischen Taunus, Harz und Wesergebirge. Mit Begleitwort. Gotha.

1855. E. Beyrich. Über den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen. Mit 1 Karte. Abh. Akad. Wiss. Berlin.

H. v. Dechen. Südlicher Teil des Teutoburger Waldes. Verh. des naturh. Ver. für Rheinl. u. Westf.

R. Ludwig. Versuch einer geogr. Darstellung der beiden Hessen in der Tertiärzeit. Notizbl. des Ver. für Erdkunde, Darmstadt.

1856. Bach. Geogn. Übersichtskarte von Deutschland. Gotha.

H. v. Dechen. Lagerungsverhältnisse im südlichen Teutoburger Wald (Köln. Zeit.). Neues Jahrb. für Mineralogie usw.

1857. Ad. Dauber. Das Triasgebirge an der Oberweser und seine nächste Umgebung. Programm des Herzogl. Gymn. zu Helmstedt.

A. E. Reuss. Beitrag zur Charakteristik der Tertiärschichten des nördl. u. mittl. Deutschl. Sitzungsber. der math.-nat. Klasse der K. Akad. d. Wiss. Wien.

1858. Sektion Warburg der v. Dechen'schen Karte 1:80000.

1860. R. Wagener. Über die Liasschichten von Falkenberg und vom Fürstentum Lippe-Detmold. Verh. des naturh. Ver. für Rheinl. u. Westf.

1863. H. Möhl. Die Urgeschichte des kurhessischen Landes. Landw. Zeitschr. Kurh. Kassel. Nebst Karte. Ferner 1864 u. 1865.

1864. A. E. Reuss. Zur Fauna des Deutschen Oberoligocäns. Sitzber. Wien. Akad. I. Abh. mit 5 Tafeln. II. Abh. mit 10 Tafeln.

H. v. Seebach. Der Hannoversche Jura. Berlin.

O. Speyer. Die Conchylien der Kasseler Tertiärbildungen. Palaeontographica.

R. Wagener. Die jurassischen Bildungen der Gegend zwischen dem Teutoburger Wald und der Weser, mit Beiträgen von O. Brandt. Verh. des naturh. Ver. für Rheinl. und Westf.

1866—1869. O. Speyer. Die oberoligocänen Tertiärbildungen und deren Fauna im Fürstentum Lippe-Detmold. Palaeontographica.

1869. O. Böttger. Beitrag zur paläontologischen und geologischen Kenntnis der Tertiärformation in Hessen. Inaug.-Dissert. (Würzburg). Offenbach am Main.

1870. v. Dechen. Erläuterungen der geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. I. Teil.

1871. Brauns. Der untere Jura im nordwestlichen Deutschland. Braunschweig.
O. Speyer. Die Conchylien der Kasseler Tertiärbildungen. Palaeontographica.
1872. Schlüter. Über ein Stück säulenförmig abgesonderten Buntsandsteins. Verh. des naturh. Ver. für Rheinl. und Westf. 29.
1876. Möhl. Über die Verbreitung der Jurabildung in Hessen. Ver. Nat. Kassel.
1881. v. Dücker. Über die Lagerungsverhältnisse des Teutoburger Waldes und des Wesergebirges. Verh. des naturh. Ver. für Rheinl. und Westf.
1882. W. Trenkner. Die Muschelkalkschichten in der nächsten Umgebung von Osnabrück. Verh. des naturh. Ver. für Rheinl. und Westf.
1883. v. Koenen. Über geologische Verhältnisse, welche mit der Emporhebung des Harzes in Verbindung stehen. Dieses Jahrb.
Moesta. Das Liasvorkommen bei Eichenberg in Hessen in Beziehung auf allgemeine Verhältnisse des Gebirgsbaues im Nordwesten des Thüringer Waldes. Dieses Jahrb.
1884. v. Dechen. Erläuterungen der geol. Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. II. Teil.
v. Koenen. Über Dislokationen westlich und südwestlich vom Harz. Dieses Jahrb.
Speyer. Die Bivalven der Kasseler Tertiärbildungen. Abh. der Spezialkarte von Preußen. Band IV.
1885. Blankenhorn. Die Trias am Nordrande der Eifel zwischen Kommern, Zülpich und dem Röhrtale. Abh. der geol. Spezialkarte von Preußen. Band VI.
v. Koenen. Über das Verhalten von Dislokationen im nordwestlichen Deutschland. Dieses Jahrb.
1886. Ebert. Kalkspat- und Zeolitheinschlüsse im Nephelinbasalt vom Igelsknap bei Oberlistingen. Ber. des Ver. für Naturk. zu Kassel.
v. Koenen. Über die Störungen, welche den Gebirgsbau im nordwestlichen und westlichen Deutschland bedingen. Nachr. der Kgl. Gesellsch. der Wiss. zu Göttingen.
1887. Blankenhorn. Über die Verbreitung einer oolithischen Bank des Trochitenkalkes. Verh. des naturh. Ver. der preuß. Rheinlande.
v. Koenen. Über die ältesten und jüngsten Tertiärbildungen bei Kassel. Nachr. der Kgl. Gesellsch. der Wiss. zu Göttingen.
1888. W. Frantzen. Untersuchungen über die Gliederung des unteren Muschelkalkes im nordöstlichen Westfalen und im südwestlichen Hannover. Dieses Jahrb.
Frantzen und v. Koenen. Über die Gliederung des Wellenkalkes im mittleren und nordwestlichen Deutschland. Dieses Jahrb.
Stremme. Beitrag zur Kenntnis der tertiären Ablagerungen zwischen Kassel und Detmold. Zeitschr. der Deutschen geol. Ges.
1889. Leppla. Mitteilung über die Aufnahmen im Gebiet des Blattes Waldeck-Kassel. Dieses Jahrb.
1890. Kuchenbuch. Das Liasvorkommen bei Volkmarsen. Dieses Jahrb.
1891. M. Bauer. Der Basalt vom Stempel bei Marburg und einige Einschlüsse desselben. Neues Jahrb. für Min.

O. Fromm. Petr. Untersuchungen von Basalten aus der Gegend von Kassel. Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch.

1892. W. Frantzen. Untersuchungen über die Diagonalstruktur verschiedener Schichten mit Rücksicht auf die Entstehung derselben im Buntsandstein usw. Dieses Jahrb.

Rinne. Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. Dieses Jahrb.

1894. Branco. Schwabens 125 Vulkanembryonen und deren tufferfüllte Ausbruchsröhren. Stuttgart.

R. Kluth. Der Gipskeuper im mittleren Wesergebiet. Inaug.-Diss. Göttingen.

Rinne. Über norddeutsche Basalte. Sitzungsber. der Kgl. Preuß. Ak. der Wiss. Berlin.

E. Zimmermann. Über gesetzmäßige Einseitigkeit von Talböschungen und Lehmablagerungen. Zeitschr. der Deutsch. geol. Ges.

1895. A. Dannenberg. Studien an Einschlüssen in den vulkanischen Gesteinen des Siebengebirges. Tschermak's mineralogisch-petrographische Mitteilungen.

1897. Blankenhorn. Zwei isolierte Tertiärvorkommen im Röt auf Blatt Wilhelmshöhe bei Kassel. Dieses Jahrb.

Blankenhorn. Der Muschelkalk auf Blatt Wilhelmshöhe bei Kassel und seine Lagerungsverhältnisse Dieses Jahrb.

Rinne. Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. Dieses Jahrb.

1898. O. v. Linstow. Die Tertiärbildungen im Reinhardswalde bei Kassel. Dieses Jahrb. — Inaug.-Diss. Gött. 1899.

1899. Stille. Der Gebirgsbau des Teutoburger Waldes zwischen Altenbeken und Detmold. Dieses Jahrb.

1900. M. Bauer. Beiträge zur Kenntnis der niederhessischen Basalte. Sitzungsber. der Kgl. Akad. der Wiss. Berlin.

H. Stille. Über Steinkohlen im Mittleren Keuper am Teutoburger Wald bei Neuenheerse. Dieses Jahrb.

1901. Stille. Zur Tektonik des südl. Teutoburger Waldes. Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.

Stille. Mitteilungen aus dem Aufnahmegebiet am südlichen Teutoburger Wald. Blatt Wilhelmshöhe, 92. Lief. der Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt.

1902. Stille. Über präcretacische Schichtenverschiebungen im älteren Mesozoicum des Eggegebirges. Dieses Jahrb.

1903. E. Meyer. Der Teutoburger Wald (Osning) zwischen Bielefeld und Werther. Dieses Jahrb.

1904. Stille. Zur Kenntnis der Kreidegräben östlich der Egge. Dieses Jahrb.

1905. Stille. Zur Kenntnis der Dislokationen, Schichtenabtragungen und Transgressionen im jüngsten Jura und in der Kreide Westfalens. Dieses Jahrb.

Stille. Über spätjurassische und tertiäre Dislokationen in Westfalen. Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellschaft.

1906. H. Stille und A. Mestwerdt. Die Gliederung des Kohlenkeupers im östlichen Westfalen. Dieses Jahrb.

H. Hess v. Wichdorff und P. Range. Über Quellmoore in Masuren (Ostpreußen). Dieses Jahrb.

1908. Stille. Zur Stratigraphie der deutschen Lettenkohlengruppe. Dieses Jahrb.

1909. v. Koenen. Das Tertiärgebirge im nordwestlichen Deutschland. Nieders. geol. Verein.

Stille. Marines Oligocän westlich von Hannover. Nieders. geol. Verein.

Stille. Das Alter der deutschen Mittelgebirge. Zentralblatt für Mineralogie usw.

Stille. Zonares Wandern der Gebirgsbildung. Nieders. geol. Verein.

1910. Stille. Die deutsche Rahmenfaltung. 3. Jahresber. des Niedersächsischen geol. Vereins.

Lebenslauf.

Am 8. April 1885 wurde ich, ALFRED KRAISS, evangelischer Konfession, als Sohn des Amtsrichters HERMANN KRAISS und seiner Ehefrau EVA, geb. REICH, zu Gräfentonna im Herzogtum Sachsen-Koburg-Gotha geboren. Nachdem ich das Gymnasium zu Koburg besucht und daselbst das Zeugnis der Reife erlangt hatte, widmete ich mich dem Studium der Naturwissenschaften, insbesondere der Geologie. Von Ostern 1906 bis Ostern 1907 war ich an der Königlichen Universität zu München, von Ostern 1907 bis Michaelis 1907 zu Kiel immatrikuliert, während ich seit Michaelis 1907 an der Königlichen Universität zu Berlin und als Hospitant an der Königlichen Bergakademie daselbst studiere. Meine Promotionsprüfung fand am 23. Juni 1910 an der Königlichen Universität zu Berlin statt.

Ich besuchte die Vorlesungen der Herren Professoren BÖRNSTEIN, BRANCA, BRANDT, BELOWSKY, BEYSCHLAG, BROILI, FISCHER, GABRIEL, GÖBEL, GROTH, HARRIES, HERTWIG, KRUSCH, LIEBISCH, W. MAGNUS, POTONIÉ, RAUFF, REINHARDT, ROSENHEIM, ROTHPLETZ, SCHEIBE, SCHWENDENER, TANNHÄUSER, WAHNSCHAFFE, WEBER. Es drängt mich, allen meinen hochverehrten Lehrern, insonderheit Herrn Geheimen Bergrat Professor Dr. BRANCA für die Förderung meiner Studien aufrichtig zu danken.

Inhaltsangabe

Seite

Einleitung 3
A. Topographie 5
B. Stratigraphie 5
I. Buntsandstein 5
Röt 5
II. Muschelkalk 6
1. Wellenkalk 6
2. Mittlerer Muschelkalk 9
3. Oberer Muschelkalk 10
III. Keuper 11
1. Kohlenkeuper 11
2. Gipskeuper 12
3. Rät 12
IV. Lias 12
V. Tertiäre Sedimente 13
VI. Diluvium 14
VII. Alluvium 15
VIII. Die Basalte, Tuffe und die Herlinghäuser Breccie 16
1. Die Verbreitung der Basalte und Tuffe 16
2. Beschreibung der Basalte 18
3. Beschreibung der Tuffe 19
4. Wirkungen des Schmelzflusses auf das Nebengestein . 20
5. Die Lagerung der Tuffe und Basalte 21
6. Die Herlinghäuser Breccie 22
7. Das Alter der Tuffe und Basalte 23
C. Tektonik 24
I. Die Tektonik der Hebungszonen 24
II Die Tektonik der Senkungszonen 26
III. Die Tektonik des Vorlandes 28
IV. Die Sättel, Gräben und Mulden bilden mehrere Faltenzüge . 30
V. Die Faltenzüge bilden eine gemeinsame, durch Umbiegung lokal zersplitterte Falte 30
VI. Die »Warburger Achse« und ihr Verlauf 32
VII. Die Stärke der Faltung 33
VIII. Die Ursache der Faltung 35
IX. Das Verhältnis der Tuff- und Basaltröhren zur Tektonik . . 36
X. Das Alter der Warburger Kette 39
Schluß 40
Literaturangabe 41